

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-116750

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

G09G 5/06
G06T 1/00
G09G 3/20
G09G 3/36
H04N 1/60
H04N 1/46
H04N 9/64

(21)Application number : 2000-306660

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 05.10.2000

(72)Inventor : OKANO YUKIO

SHIOTANI NOZOMI

(54) COLOR CONVERSION CIRCUIT AND COLOR CONVERSION METHOD AS WELL AS
COLOR IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a color conversion circuit which can make color correction of high accuracy with simple constitution.

SOLUTION: This circuit has a first look-up tables LUT-1R, LUT-1G and LUT-1B of a one-dimensional structure for subjecting the signals of the three channels corresponding to respective colors R, G and B to processing to convert these to linear color spaces by being inputted with the signals of the respective channels, a matrix conversion circuit for subjecting the R, G and B signals outputted from the first look-up tables to matrix conversion processing and second look-up tables LUT-2R, LUT-2G and LUT-2B of the one-dimensional structure for subjecting the signals of the respective channels outputted from the matrix conversion circuit to nonlinear conversion processing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-116750

(P2002-116750A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
G 0 9 G 5/06		G 0 9 G 5/06	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 C 0 0 6
G 0 9 G 3/20	6 4 1	G 0 9 G 3/20	6 4 1 Q 5 C 0 6 6
			3/36 5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 9/64	F 5 C 0 7 9
審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-306660 (P2000-306660)

(22) 出願日 平成12年10月5日 (2000. 10. 5)

(71) 出願人 000003049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡野 幸夫

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 塩谷 望

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

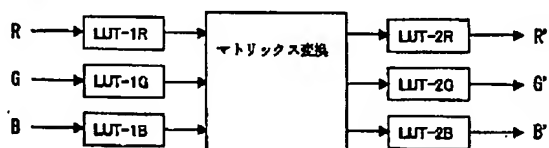
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色変換回路および色変換方法並びにカラー画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高精度の色補正を簡単な構造で行うことができる色変換回路を得る。

【解決手段】 R G B各色に対応する3チャンネルの信号が入力され、各チャンネルの信号をリニアな色空間に変換する処理を行うための1次元構造の第1のルックアップテーブルLUT-1R、LUT-1G、LUT-1Bと、第1のルックアップテーブルから出力されるR G B信号に対してマトリックス変換処理を行うためのマトリックス変換回路と、マトリックス変換回路から出力される各チャンネルの信号にたして非線形変換処理を行うための1次元構造の第2のルックアップテーブルLUT-2R、LUT-2G、LUT-2Bとを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 RGB各色に対応する3チャンネルの信号が入力され、各チャンネルの信号をリニアな色空間に変換する処理を行うための1次元構造の第1のルックアップテーブルと、

該第1のルックアップテーブルから出力されるRGB信号に対してマトリックス変換処理を行うためのマトリックス変換回路と、

該マトリックス変換回路から出力される各チャンネルの信号に対して非線形変換処理を行うための1次元構造の第2のルックアップテーブルとを備えている色変換回路。

【請求項2】 前記第1のルックアップテーブルにおけるガンマ値が2.2である請求項1に記載の色変換回路。

【請求項3】 前記マトリックス変換回路は少なくとも1個の3×3マトリックス演算回路を有する請求項2に記載の色変換回路。

【請求項4】 前記第2のルックアップテーブルは、出力側に設けられる表示パネルの色再現性を補正する請求項3に記載の色変換回路。

【請求項5】 前記第2のルックアップテーブルにおけるガンマ値が1よりも小さい請求項4に記載の色変換回路。

【請求項6】 前記マトリックス変換回路におけるマトリックス変換係数がカラー表示パネルのICCプロファイルにおける色度点から求められる請求項1に記載の色変換回路。

【請求項7】 前記第2のルックアップテーブルにおけるガンマ特性としてカラー表示パネルのICCプロファイルにおけるガンマ曲線の逆関数を用いる請求項1に記載の色変換回路。

【請求項8】 請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の色変換回路を備え、該色変換回路から出力されるRGB信号が表示パネルに入力されるカラー画像表示装置。

【請求項9】 RGB各色に対応する3チャンネルの信号が入力され、1次元構造の第1のルックアップテーブルにより、各チャンネルの信号をリニアな色空間に変換する処理を行う第1のステップと、マトリックス変換回路により、該第1のルックアップテーブルから出力されるRGB信号に対してマトリックス変換処理を行う第2のステップと、1次元構造の第2のルックアップテーブルにより、該マトリックス変換回路から出力される各チャンネルの信号に対して非線形変換処理を行う第3のステップとを含む色変換方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー液晶パーソナルコンピュータ、カラー液晶ディスプレイ、カラー

画像ディスプレイ等の色再現性を向上させるための色変換方法、色変換回路およびそれを備えたカラー画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】カラー表示装置の色再現性を補償する方法としては、ICCプロファイルを用いてソフトウェアにより色再現性を補償する技術が知られている。例えば、ウィンドウズ（登録商標）ではICM2.0、マッキントッシュではColorSyncと称されるソフトウェアが主として用いられている。しかし、これらのソフトウェアを用いた方法では、リアルタイムで処理を行うことが困難であり、ハードウェア化することにより表示装置の色再現性をリアルタイムに補償できる処理方法が望まれている。

【0003】（従来例1）ハードウェアにより色変換を行う方法としては、ルックアップテーブル（LUT）を用いた3次元補間方法が例えば特開昭63-162248号公報に提案されている。この方法によれば、広範な色変換補正が可能である。

【0004】（従来例2）他の色変換方法としては、ハードウェア化に負担の少ないマトリックス回路を用いた方法も提案されている。例えば特開2000-13619号公報には、R（赤）、G（緑）、B（青）、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（黄）の6色に対して、独立して色変換可能なマトリックス回路が示されている。

【0005】（従来例3）本出願人は、特願平11-216015号において、RGB各チャンネルに対して独立の1次元LUTにより色補正を行うカラー液晶装置の色補正方法を提案している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例1の3次元ルックアップテーブル方式では、8ビット3チャンネル入力に対して48メガバイトのメモリが必要になり、補正データが膨大となる上に、データの作成方法が複雑で困難であった。

【0007】上記従来例2の方法では、カラー液晶ディスプレイのように独特の色再現性を有する表示装置に対しては、限られた領域においてのみ有効な色変換となっていた。

【0008】上記従来例3の方法では、カラー液晶パネルの色再現領域をsRGB標準色空間と見なしているため、色再現性において不十分であった。

【0009】本発明はこのような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、精度の高い色補正を簡単な構造により行うことができる色変換方法、色変換回路およびそれを用いて色再現性を向上させることができるカラー画像表示装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の色変換回路は、

RGB各色に対応する3チャンネルの信号が入力され、各チャンネルの信号をリニアな色空間に変換する処理を行うための1次元構造の第1のルックアップテーブルと、該第1のルックアップテーブルから出力されるRGB信号に対してマトリックス変換処理を行うためのマトリックス変換回路と、該マトリックス変換回路から出力される各チャンネルの信号に対して非線形変換処理を行うための1次元構造の第2のルックアップテーブルとを備えており、そのことにより上記目的が達成される。

【0011】上記構成によれば、後述する実施の形態に示すように、1次元構造の第1のルックアップテーブルとマトリックス変換回路と1次元構造の第2のルックアップテーブルとにより、簡単な構成で高い色補正効果を実現することが可能である。

【0012】前記第1のルックアップテーブルにおけるガンマ値を2.2としてもよい。

【0013】上記構成によれば、例えばsRGB色空間が想定されている場合に、入力されたRGB信号をリニアな色空間に変換することが可能である。

【0014】前記マトリックス変換回路は少なくとも1個の3×3マトリックス演算回路を有していてもよい。

【0015】上記構成において、後述する実施の形態のように複数の3×3マトリックスがあっても、1つのマトリックスにまとめることが可能である。

【0016】前記第2のルックアップテーブルは、出力側に設けられる表示パネルの色再現性を補正する構成としてもよい。

【0017】上記構成によれば、液晶パネル等のように入力信号（入力階調）によって変化する色再現特性を有する表示パネルにおいて、色再現特性を改善することが可能である。

【0018】前記第2のルックアップテーブルにおけるガンマ値を1よりも小さくしてもよい。

【0019】上記構成によれば、ガンマ値が1よりも大きな液晶パネルやCRT（Cathode Ray Tube）等の表示パネルにおいてリニアな色再現が可能となる。

【0020】前記マトリックス変換回路におけるマトリックス変換係数は、カラー表示パネルのICCプロファイルにおける色度点から求めることができる。

【0021】上記構成によれば、RGB信号を機器に依存しないXYZ色空間等に変換して、表示パネルの色再現特性に応じたRGB色空間に変換する場合に、色度点の補正のためのマトリックス変換係数を容易に求めることが可能である。

【0022】前記第2のルックアップテーブルにおけるガンマ特性としてカラー表示パネルのICCプロファイルにおけるガンマ曲線の逆関数を用いることができる。

【0023】上記構成によれば、液晶パネル等のように特性を単純なガンマ値で表現できないものであっても、

色再現が可能となる。

【0024】本発明のカラー画像表示装置は、本発明の色変換回路を備え、該色変換回路から出力されるRGB信号が表示パネルに入力され、そのことにより上記目的が達成される。

【0025】本発明の色変換方法は、RGB各色に対応する3チャンネルの信号が入力され、1次元構造の第1のルックアップテーブルにより、各チャンネルの信号をリニアな色空間に変換する処理を行う第1のステップと、マトリックス変換回路により、該第1のルックアップテーブルから出力されるRGB信号に対してマトリックス変換処理を行う第2のステップと、1次元構造の第2のルックアップテーブルにより、該マトリックス変換回路から出力される各チャンネルの信号に対して非線形変換処理を行う第3のステップとを含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0027】（実施形態1）図1は本発明の一実施形態である色変換回路の概略構成を示すブロック図である。

【0028】CRT（Cathode Ray Tube）モニタや液晶モニタ等のカラー画像表示装置への入力信号は、3原色に対応した赤（R）、緑（G）、青（B）に対応する3チャンネルの信号となっている。本実施形態の色変換回路は、この3チャンネルの入力信号が各々第1のルックアップテーブルLUT-1R、LUT-1G、LUT-1Bに入力され、第1のルックアップテーブルからの出力はマトリックス変換回路に入力され、マトリックス変換回路からの出力は第2のルックアップテーブルLUT-2R、LUT-2G、LUT-2Bに入力される。第2のルックアップテーブルからは各色を補正したR'、G'、B'の3チャンネルの信号が出力される。

【0029】まず、第1のルックアップテーブルについて説明する。

【0030】インターネットのようにオープンなシステムでは、IEC61966-2-1に基づくsRGB（standard RGB）色空間が想定されている。このsRGB色空間では、カラー画像表示装置のガンマ値が2.2であるものとして入力信号が設定されている。

【0031】一方、リニアな色空間において色補正の演算を行うためには、入力信号のガンマ値を1にする必要がある。よって、第1のルックアップテーブルLUT-1R、LUT-1G、LUT-1Bは、図2に示すように、ガンマ値 $\gamma=2.2$ として、入力されたRGB信号をリニアなRGB信号に変換して出力する。

【0032】次に、マトリックス変換回路について説明する。

【0033】例えば、(R、G、B)を(X、Y、Z)に変換するマトリックスの係数が $k_1 \sim k_9$ である場合、そのマトリックス変換回路は、図3に示すような構成により実現することができる。この場合、マトリックス変換式は、

【0034】

【数1】

マトリックス変換式

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \\ k_4 & k_5 & k_6 \\ k_7 & k_8 & k_9 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

のように表される。

【0035】ここでは、まず、第1のルックアップテーブルによってリニアな色空間に変換されたRGB信号を、機器に依存しない色空間(例えばXYZ空間やLab空間等)に変換する。例えばRGB信号をXYZ色空間に変換する場合には、 3×3 のマトリックス1を用いて、

【0036】

【数2】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \text{マトリックス1} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

に示すように演算を行う。

【0037】次に、機器に依存しない色空間に変換された画像データ信号に対して色度点の変換を行った後、RGB色空間に戻す。例えばXYZ色空間に変換された信

$$\text{マトリックスX} = \text{マトリックス3} \times \text{マトリックス2} \times \text{マトリックス1}$$

に示すように、上記3個のマトリックス1～マトリックス3は1個のマトリックスXとしてまとめることができる。

【0043】図4に示すように、色再現範囲がsRGBと異なるカラー液晶パネルの場合には、sRGB色空間の全ての色を再現することができないため、上記マトリックス演算により色再現特性を補正する。

【0044】例えば、基準とされるsRGB色空間は白色色温度が6500度であり、原色の色度点がR($x=0.64$ 、 $y=0.33$)、G($x=0.3$ 、 $y=0.6$)、B($x=0.15$ 、 $y=0.06$)である。よって、マトリックス1の係数は、XYZ色空間の基準色温度を5000度とすると、

【0045】

【数6】

号は、カラー表示装置の色再現特性により計算される 3×3 のマトリックス2を用いて、

【0038】

【数3】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \text{マトリックス2} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

に示すように演算を行うことにより、XYZ色空間から表示パネルの色再現特性に依存したRGB色空間に変換することができる。

【0039】次に、表示パネルの色再現特性に依存したRGB値は、一般に、sRGB色空間の色温度とは異なったものとなっているので、色温度変換のために 3×3 のマトリックス3を用いて、

【0040】

【数4】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \text{マトリックス3} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

に示すように演算を行う。なお、このマトリックス3は必須ではなく、画質設計によって省略することも可能である。

【0041】カラー画像表示装置の色再現特性を補正するためには、原理的に上記3種類のマトリックスを直列的に演算する必要があるが、

【0042】

【数5】

$$\text{マトリックス1} = \begin{bmatrix} 0.4848 & 0.3490 & 0.1301 \\ 0.2500 & 0.6980 & 0.0520 \\ 0.0227 & 0.1163 & 0.6862 \end{bmatrix}$$

のように表される。

【0046】色表示を行うカラー液晶パネルの色再現領域(原色の色度点を結んだ3角形の領域)は、sRGB色空間とは異なったものである。その原色色度を、図4に示したR($x=0.5716$ 、 $y=0.3171$)、G($x=0.3076$ 、 $y=0.5441$)、B($x=0.1504$ 、 $y=0.1231$)であるとする、マトリックス2の係数は、

【0047】

【数7】

$$\text{マトリックス 2} = \begin{vmatrix} 2.9920 & -1.5964 & -0.3489 \\ -1.2671 & 2.3307 & -0.1328 \\ -0.1204 & -0.4497 & 1.8997 \end{vmatrix}$$

のように表される。XYZ色空間の基準色温度を5000度とすると、マトリックス2は、ICCプロファイルに用いられるRGB色空間データの逆行列により容易に計算することができる。

【0048】さらに、カラー液晶パネルの最大輝度における等価色温度が6720度であるとする、sRGB色空間の等価色温度が6500度であるので、これを補正するためのマトリックス3は、

【0049】

【数8】

$$\text{マトリックス 3} = \begin{vmatrix} 0.9561 & 0 & 0 \\ 0 & 1.0391 & 0 \\ 0 & 0 & 0.9185 \end{vmatrix}$$

のように表される。

【0050】上記マトリックス1～マトリックス3は、1個のマトリックスXとしてまとめることができ、

【0051】

【数9】

$$\text{マトリックス X} = \begin{vmatrix} 0.9978 & -0.1058 & 0.0642 \\ -0.0361 & 1.2148 & -0.1397 \\ -0.1172 & -0.1239 & 1.1596 \end{vmatrix}$$

のように表される。このマトリックスXにより、入力信号の色度点(x、y)を保ったまま、カラー液晶パネルに適したRGB値に変換することができる。

【0052】次に、第2のルックアップテーブルについて説明する。

【0053】マトリックス変換後のRGB値はリニアな色空間での値であるため、カラー液晶パネルの入力信号—発光特性(ガンマ特性)に合致させるように、第2のルックアップテーブルにより変換処理を行う。例えば、カラー液晶パネルのガンマ特性が2.2であれば、第2のルックアップテーブル(LUT-2R、LUT-2G、LUT-2B)の変換特性を、図5に示すように(ガンマ値) $\gamma=1/2.2=0.45$ とする。

【0054】さらに、カラー液晶パネルの色再現特性はCRTとは異なり、入力信号(入力階調)によって変化する。そこで、本出願人による特願平11-206015号に示すように、主として青(B)に対応するチャンネルに対して図6に示すような入出力特性を有する補正ルックアップテーブルを設けることにより、カラー液晶パネルの色再現特性を改善することができる。この補正ルックアップテーブルを本実施の形態における第2のルックアップテーブル(LUT-2R、LUT-2G、LUT-2B)に適用すると、図7に示すようなルックア

ップテーブルが得られ、カラー液晶パネルの色再現特性を補正した上で、色変化を一定に保つ色変換回路を得ることができる。

【0055】なお、上記第2のルックアップテーブルの例では、カラー液晶パネルのガンマ特性が2.2であるとしたが、一般に、カラー液晶パネルの特性を単純なガンマ値で表現することはできない。カラー液晶パネルのガンマ特性(GRAY)が例えば図8のように示される場合、第2のルックアップテーブルは、光出力を入力軸に取り、デジタル入力を出力軸としたガンマ特性の逆関数である図9に示すようなルックアップテーブルとする。このルックアップテーブルにより、カラー液晶パネルのガンマ値を等価的に2.2としたことになり、sRGB色空間の色再現ができたことになる。さらに、図9は図6に示したような補正ルックアップテーブルを用いた第2のルックアップテーブルであり、B(青)に対する入出力特性とR(赤)およびG(緑)に対する入出力特性とが異なった曲線となっている。このルックアップテーブルを用いることにより、液晶独特の色再現特性を補正することができる。

【0056】(実施形態2)図10は本発明の色変換回路をカラー液晶装置に適用した実施形態を示す図である。

【0057】このカラー画像表示装置において、入力されるRGB信号は、通常、画像表示用メモリから供給され、本発明の色変換回路において色変換処理を行った画像信号がカラー液晶パネルに供給される。

【0058】カラー液晶パネル等、カラー表示パネルの色度データ、色温度データやガンマ特性は、通常、ICCプロファイルとして記述されている。よって、これらのデータを用いて、本発明の色変換回路のマトリックス係数や第2のルックアップテーブルの入出力特性を決定することができる。但し、第2のルックアップテーブルでは、ICCプロファイルにおけるガンマ特性の入出力関係を逆にした特性を用いる。

【0059】なお、上記実施形態において、マトリックス変換回路の結合色空間としてXYZ色空間を例に挙げて説明したが、Lab空間やLuv空間等、他の色空間を用いてマトリックス変換係数を求めてもよい。また、視覚補正等を行って算出することも可能である。

【0060】上記実施形態では、第1のルックアップテーブルを、入力信号—発光特性を補正するために用いたが、このルックアップテーブルの目的は入力RGB信号をリニアな色空間に変換することであり、これに限定されるものではない。また、上記実施形態では、マトリックス変換回路を、色再現特性を補正するために用いたが、観察者の好みに応じた色変換や特殊な強調色変換等も可能であり、これに限定されるものではない。さらに、上記実施形態では、第2のルックアップテーブルを、出力側に設けた表示パネルの入力信号—出力特性に

沿った信号に変換するために用いたが、観察者の好みに応じた色変換や特殊な強調色変換等も可能であり、これに限定されるものではない。

【0061】上記実施形態ではカラー液晶装置の色変換回路として説明したが、プラズマディスプレイ装置、カラーエレクトロルミネッセンス表示装置、CRT表示装置等、他のカラー画像表示装置に対しても本発明を適用可能である。

【0062】本発明において、色変換回路は、第1のルックアップテーブルとマトリクス変換回路と第2のルックアップテーブルがこの順に配置されていれば、その途中に信号強調回路等、他の回路が挿入されていても、本発明の効果が薄れることはない。

【0063】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、一次元構造のルックアップテーブルとマトリクス変換回路の組み合わせによる簡単な回路構成により、精度の高い色合わせが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の色変換回路の概略構成を説明するためのブロック図である。

【図2】ガンマ値を2.2とした場合の第1のルックアップテーブルの変換特性を示す図である。

【図3】マトリクス変換回路の構成例を示す図である。

る。

【図4】sRGB色変換空間の色再現領域と、カラー液晶パネルの色再現領域の一例を比較したxy色度図である。

【図5】ガンマ値を1/2.2とした場合の第2のルックアップテーブルの変換特性を示す図である。

【図6】カラー液晶パネルの色再現特性を補正する補正ルックアップテーブルの一例を示す図である。

【図7】カラー液晶パネルの色再現特性を補正する第2のルックアップテーブルの変換特性の一例を示す図である。

【図8】従来のカラー液晶パネルのガンマ特性を示す図である。

【図9】カラー液晶パネルのガンマ特性を補正する第2のルックアップテーブルの変換特性の一例を示す図である。

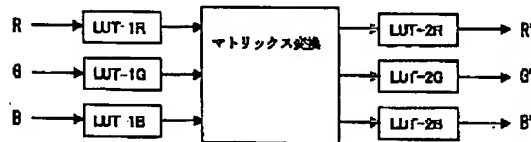
【図10】実施形態2の色変換回路を有するカラー液晶装置の概略構成を説明するための図である。

【符号の説明】

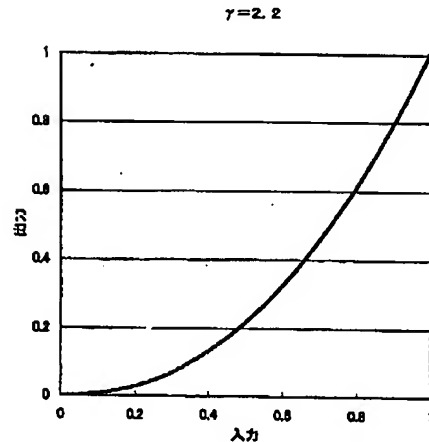
LUT-1R、LUT-1G、LUT-1B 第1のルックアップテーブル

LUT-2R、LUT-2G、LUT-2B 第2のルックアップテーブル

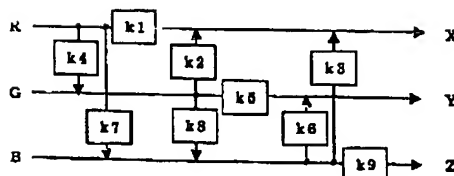
【図1】



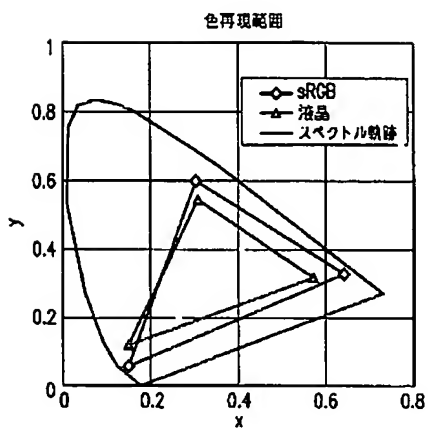
【図2】



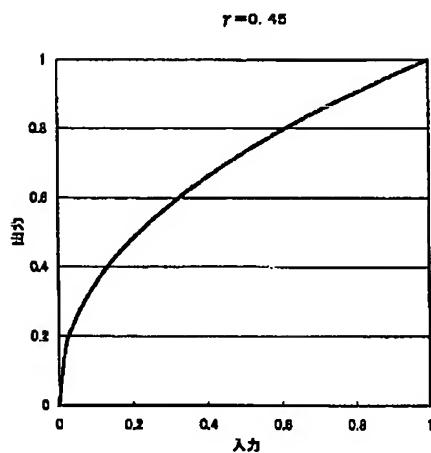
【図3】



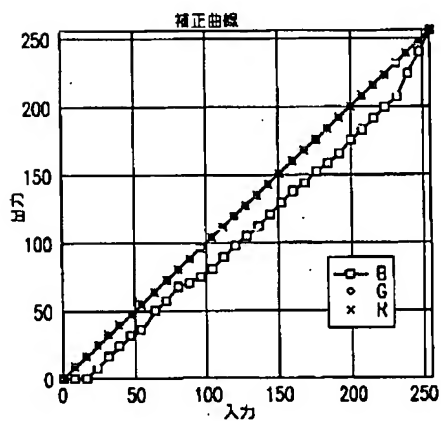
【図4】



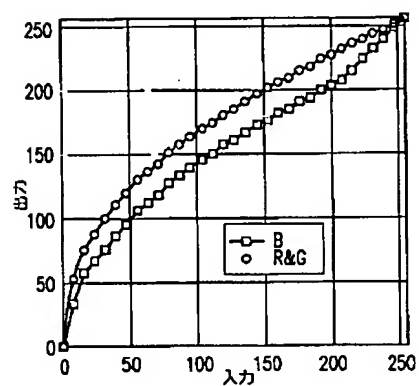
【図5】



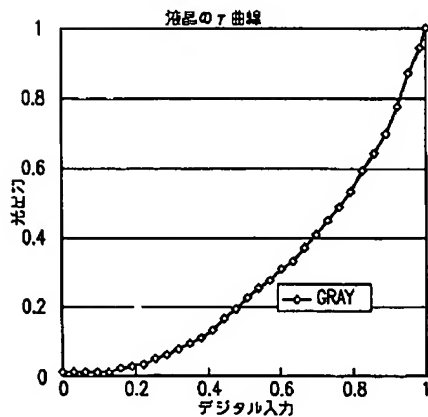
【図6】



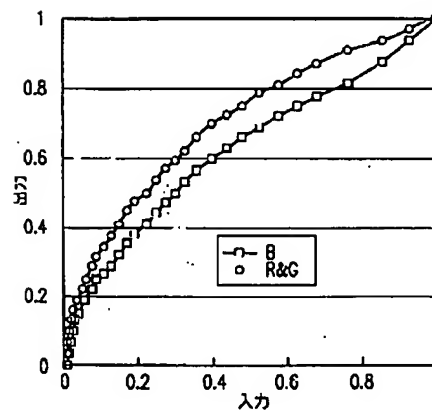
【図7】



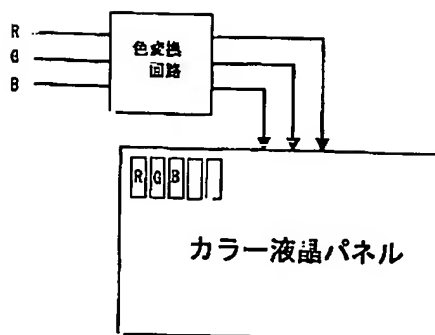
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	(参考)
H 0 4 N	1/46	H 0 4 N	D 5 C 0 8 0
	9/64		Z 5 C 0 8 2

F ターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01
 CB08 CB12 CB16 CC01 CE17
 CH01 CH07
 5C006 AA22 AF46 AF85 BB11 BC16
 FA56
 5C066 AA03 CA01 CA08 EC05 EE02
 GA01 GB03 HA03 KE07
 5C077 PP15 PP31 PP32 PP37 PP66
 PP68 PQ12 PQ23 SS06
 5C079 HB01 HB05 HB11 LA12 LB04
 MA04 MA11 MA17 NA03 NA29
 PA05
 5C080 AA05 AA06 AA10 BB05 CC03
 DD01 EE29 EE30 GG08 JJ02
 JJ05 KK02 KK43
 5C082 AA02 BA12 BA20 BA35 BB02
 BB03 BB13 BB22 BC03 BC06
 BC07 BD02 CA12 DA22 DA42
 DA53 DA63 DA89 MM10